

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU



Boletín
Volumen extraordinario



Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH

Editores:

Wolf Arntz
Programa Cooperativo
Peruano-Alemán de
Investigación Pesquera
(PROCOPA)

Antonio Landa
Instituto del Mar
del Perú
(IMARPE)

Juan Tarazona
Universidad
Nacional Mayor
de San Marcos
(UNMSM)

«El Niño» Su Impacto en la Fauna Marina

Conferencias del Symposium
“El fenómeno «El Niño» y su impacto en la fauna marina”
dentro del
Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología
Arequipa, Perú, 9 – 15 Octubre 1983

Callao – Perú, 1985

Identificación del Fenómeno «El Niño» a través de los Organismos Fitoplanctónicos

NOEMI OCHOA, BLANCA ROJAS de MENDIOLA y OLGA GOMEZ
Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

Resumen. Durante El Niño (EN) 1982–83 ciertos elementos del fitoplancton, aquí denominados indicadores biológicos, describieron el movimiento de las Aguas Ecuatoriales Superficiales, Aguas Subtropicales Superficiales y Aguas Costeras Frías indicando su inicio, intensidad y extensión. Observaciones que fueron confirmadas *a posteriori* por la información oceanográfica.

Para el mar peruano se ha identificado a *Ceratium breve* como indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales, a *Protoperidinium obtusum* como indicador de Aguas Costeras Frías y numerosas especies como *Ceratium carriense*, *C. extensum*, *C. trichoceros*, *C. praelongum*, *C. incisum*, *Ornithocercus steinii*, *O. quadratus*, *Protoperidinium elegans*, *Goniodoma polyedricum* etc. como indicadores de aguas cálidas en general.

Identification of the «El Niño» Phenomenon through Phytoplankton Organisms

Summary. During EN 1982–83, certain phytoplankton species were found to be «biological indicators» of the movement of equatorial surface waters, subtropical surface waters and cold coastal waters, indicating their inflow, intensity and extension. These observations were confirmed *a posteriori* by oceanographic information.

For Peruvian waters, *Ceratium breve* has been determined as an indicator of equatorial surface water, *Protoperidinium obtusum* of cold coastal waters, and numerous species such as *Ceratium carriense*, *C. extensum*, *C. trichoceros*, *C. praelongum*, *C. incisum*, *Ornithocercus steinii*, *O. quadratus*, *Protoperidinium elegans*, *Goniodoma polyedricum*, etc. as indicators of warm waters in general.

Introducción

EN es una alteración oceanográfica (ampliamente descrita en este volumen) de gran extensión y efectos por lo cual su predicción puede ser de importancia.

En este sentido los indicadores biológicos constituyen elementos valiosos en la vigilancia de este fenómeno informándonos con su presencia o ausencia que se está produciendo una anomalía oceanográfica desde el mismo momento en que ésta se inicia, cuando aún es difícil detectarla por los métodos oceanográficos clásicos.

ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1981) encontraron que el *Ceratium breve* caracterizaba Aguas Ecuatoriales Superficiales, el *Protoperidinium obtusum*, Aguas Costeras Frías y numerosas especies aguas cálidas en general.

En el presente estudio se da información sobre cambios del patrón de distribución de algunos dinoflagelados y su validez como elemento de reconocimiento de la presencia de EN y se les identifica como indicadores del mismo.

Material y Métodos

El material fue obtenido durante las operaciones Eureka XLVII (febrero 1982) y XLVIII (setiembre 1982) y los cruceros BAP Unanue 8211–12 y BIC Humboldt 8211–12 (noviembre–diciembre 1982), BAP Unanue 8301–02 (enero–febrero 1983), y BIC Humboldt 8303–04 (marzo–abril 1983).

Las colecciones se hicieron con red estándar de fitoplancton de 75 μ de abertura de malla, mediante arrastre superficial de 5 minutos y fueron fijadas con formalina neutralizada al 5%.

Las muestras fueron analizadas en su totalidad en forma cualitativa con el fin de registrar todas las especies de dinoflagelados presentes en las mismas. Para la identificación de las especies se siguieron los trabajos de SCHILLER (1933 y 1937), GRAHAM (1942), GRAHAM y BRONIKOVSKY (1944), WOOD (1954), SOURNIA (1967) y BALECH (1949 y 1974).

Los datos de temperatura y salinidad fueron proporcionados por la Dirección de Oceanografía de IMARPE.

El área estudiada abarca de los 3°30'S a los 18°30'S con una extensión máxima de 120 millas fuera de la costa.

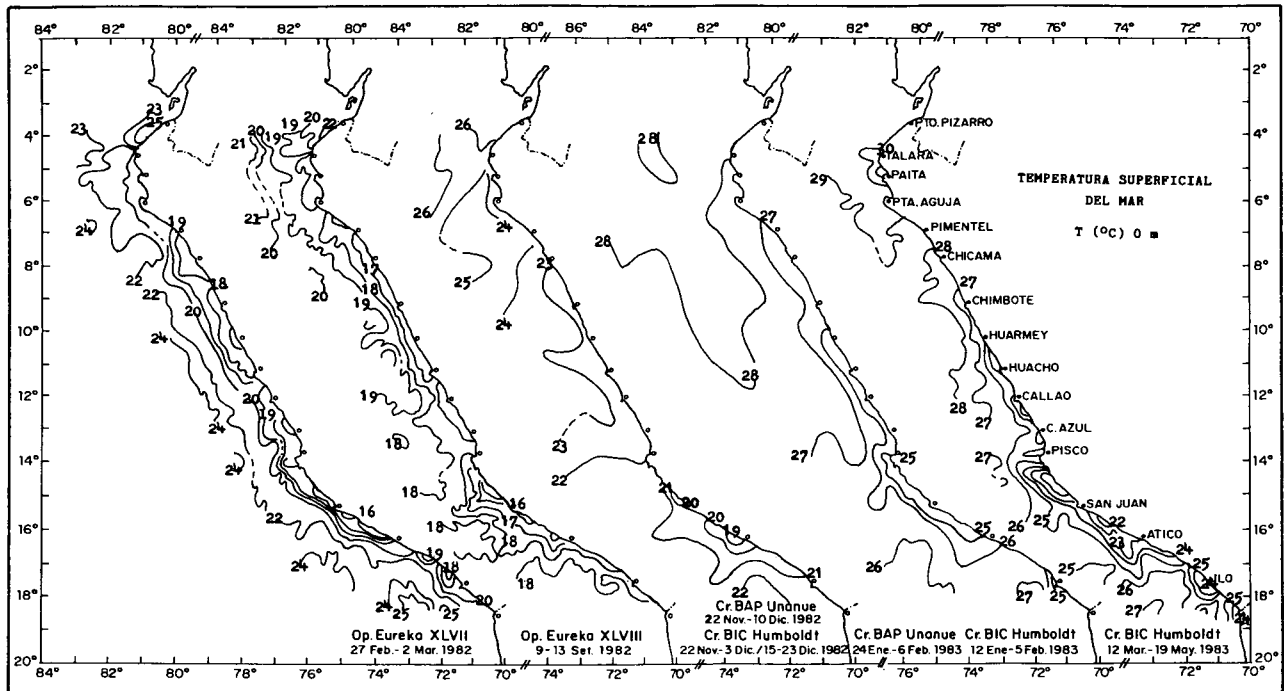


Fig. 1. Temperatura superficial del mar anterior a y durante El Niño 1982-83.

Condiciones Oceanográficas

Según ZUTA y GUILLEN (1970), GUILLEN (1976) y ZUTA *et al.* (1983) en condiciones normales en las aguas costeras peruanas se pueden distinguir las siguientes masas y tipos de aguas superficiales:

Aguas Tropicales Superficiales (ATS) de altas temperaturas, mayores de 25 °C y bajas salinidades, menores de 33,8‰ pueden llegar hasta los 4°S.

Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) de altas temperaturas, mayores de 22 °C, y salinidades menores de 34,8‰ se ubican al norte de los 6°S.

Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) de altas temperaturas, generalmente mayores de 19 °C, y altas salinidades, mayores de 35,1‰, se extienden a lo largo de gran parte de la costa por fuera de las aguas costeras frías.

Aguas Costeras Frías (ACF) de bajas temperaturas que fluctúan entre 13 y 17 °C en invierno y entre 17 y 23 °C en verano y salinidades de 34,8 a 35,1‰ se encuentran en casi toda la costa y son extraordinariamente ricas en nutrientes como resultado de los continuos afloramientos.

Este cuadro cambia notablemente cuando se hace presente EN como ocurrió durante 1982-83. ZUTA *et al.* (1983), MALDONADO (1983) y RIVERA (1983a,b) describen este evento desde junio 1982 hasta julio 1983 calificándolo como uno de los más intensos ocurridos en lo que va del siglo (Fig. 1 y 2).

Según estos autores hasta mayo 1982 las condiciones oceanográficas se encontraban dentro del patrón promedio normal para nuestras costas. A partir de junio se inició un proceso de débil calentamiento, el mismo que en el mes de setiembre mostró anomalías positivas de 2 a 3 °C causadas por la penetración anormal de las ASS

principalmente de 8 a 13°S. Las AES se encontraban al norte de Puerto Pizarro.

Esta anomalía térmica se acentuó considerablemente en noviembre y diciembre presentando valores de 4 a 6 °C por encima del promedio. Las AES avanzaron hasta Talara y las ASS cubrieron totalmente la superficie del mar de Punta Aguja al sur.

En los meses de enero y febrero 1983 las AES se proyectaron hacia el sur en forma de dos lenguas, una costera que llegó hasta los 7°S y otra oceánica que llegó hasta los 14°S.

Durante marzo y abril las anomalías térmicas fueron del orden de 3,7 a 10 °C sobre el promedio patrón. Las AES se encontraron entre los 3 y 10°S, habiendo avanzado la lengua costera hacia el sur. Las ASS cubrían el área de los 10°S hacia el sur, observándose un ligero enfriamiento en la parte netamente costera entre Huarmey-Cerro Azul, San Juan, Atico e Ilo.

A fines de abril y comienzo de mayo se inició el repliegue de las AES y un ligero descenso del calentamiento.

Resultados

Algunas especies de dinoflagelados por sus rigurosas exigencias térmicas y/o salinas pueden ser consideradas como buenos indicadores de condiciones oceanográficas. Entre éstas hemos seleccionado:

Protoperidinium obtusum (Karsten) Balech, 1974. ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1981) identificaron esta especie como *P. marielebourae* y la seleccionaron como indicadora de ACF.

Durante el mes de febrero 1982 el patrón de distribución de esta especie indicaba condiciones normales. Se

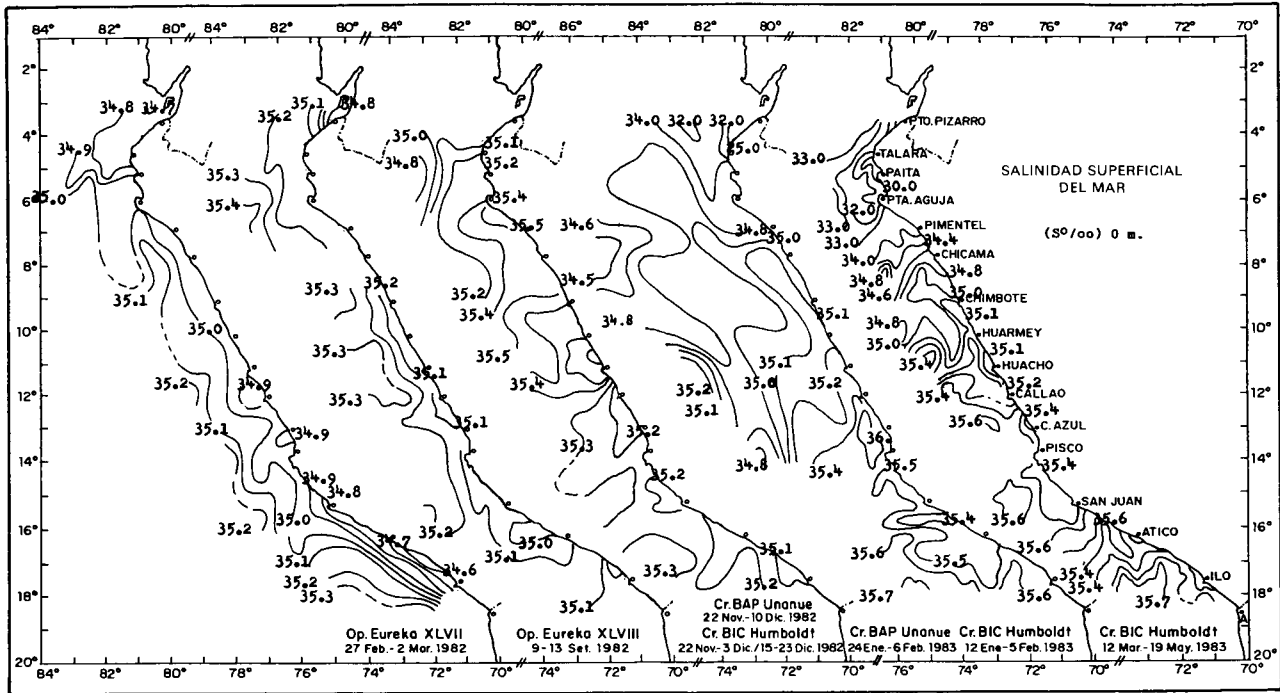


Fig. 2. Salinidad superficial del mar anterior a y durante El Niño 1982 – 83.

le encontró de Punta Aguja a San Juan hasta las 30 millas de la costa aproximadamente, extendiéndose hasta las 60 millas de Chicama al sur de Salaverry, entre Supe y Callao y en San Juan. De Atico a Ilo se le encontró en áreas costeras. Su presencia estuvo asociada a temperaturas bajas, menores de 20°C y salinidades menores de 35‰ .

En setiembre se redujo notoriamente su área de distribución, registrándose solamente de Punta Aguja a Pimentel hasta las 40 millas de la costa asociada a temperaturas menores de 19°C y salinidades menores de $35,2\text{‰}$. De Salaverry a Huarmey, del sur de Huacho al Callao y del sur de Pisco a Punta Doña María en áreas netamente costeras estaba asociada a temperaturas menores de 18°C y salinidades menores de $35,1\text{‰}$.

En noviembre – diciembre, cuando el calentamiento anómalo fue bastante notable, prácticamente desapareció presentándose sólo frente a Punta Aguja, Huacho y Callao en áreas muy costeras.

En enero – febrero 1983 desapareció completamente coincidiendo esta ausencia con la presencia de aguas cálidas con anomalías positivas de hasta 7°C de origen ecuatorial en el norte y subtropical superficial en el sur.

En marzo – abril, indicando un ligero enfriamiento, reapareció en Chimbote, de Cerro Azul a Pisco y de Atico a Ilo en áreas muy costeras (Fig. 3).

Ceratium breve (Ostenfeld y Schmidt) Schröder, 1906. Especie tropical intolerante (GRAHAM y BRONIKOVSKY, 1944). En nuestro medio usualmente se le encuentra en el área norte asociada a aguas de alta temperatura y baja salinidad. Se le ha determinado como indicadora de AES (ROJAS DE MENDIOLA *et al.*, 1981).

En el mes de febrero 1982 se le encontró al norte de Talara asociada a AES indicando condiciones normales del ambiente.

En setiembre su área de distribución fue algo más amplia, encontrándosele de Puerto Pizarro a Paita hasta las 60 millas y de Punta Aguja a Chicama por fuera de las 60 millas, asociada a temperaturas mayores de 19°C y salinidades menores de $35,4\text{‰}$. Este ligero avance hacia el sur, aun cuando las condiciones oceanográficas no señalaron la presencia de AES definidas, debido probablemente al proceso de mezcla, es un anuncio de que las AES habían iniciado un desplazamiento hacia el sur.

Durante noviembre – diciembre llegó hasta el Callao por fuera de las 30 millas asociada a temperaturas mayores de 22°C y salinidades de $35,0$ a $35,5\text{‰}$ mostrando la presencia de AES en esta área, aun cuando los valores de salinidad son relativamente altos debido probablemente a la mezcla con ASS. En este momento las condiciones ambientales recién manifestaron un ligero avance de las AES hacia el sur confirmando lo indicado por esta especie desde el mes de setiembre.

En enero – febrero 1983 el área de distribución fue inusualmente amplia llegando hasta Ilo. En el norte, de Puerto Pizarro a Paita penetró hasta la costa, de Chimbote a Callao hasta las 30 millas y de Callao a Ilo hasta las 60 millas. Coincidiendo en el norte con la presencia de AES bien definidas e indicando la influencia de las mismas en el área sur por fuera de las 60 millas.

En los meses de marzo y abril se aproximaron a la costa de Punta Aguja a San Juan indicando el avance hacia el sur de la lengua costera de AES, la misma que

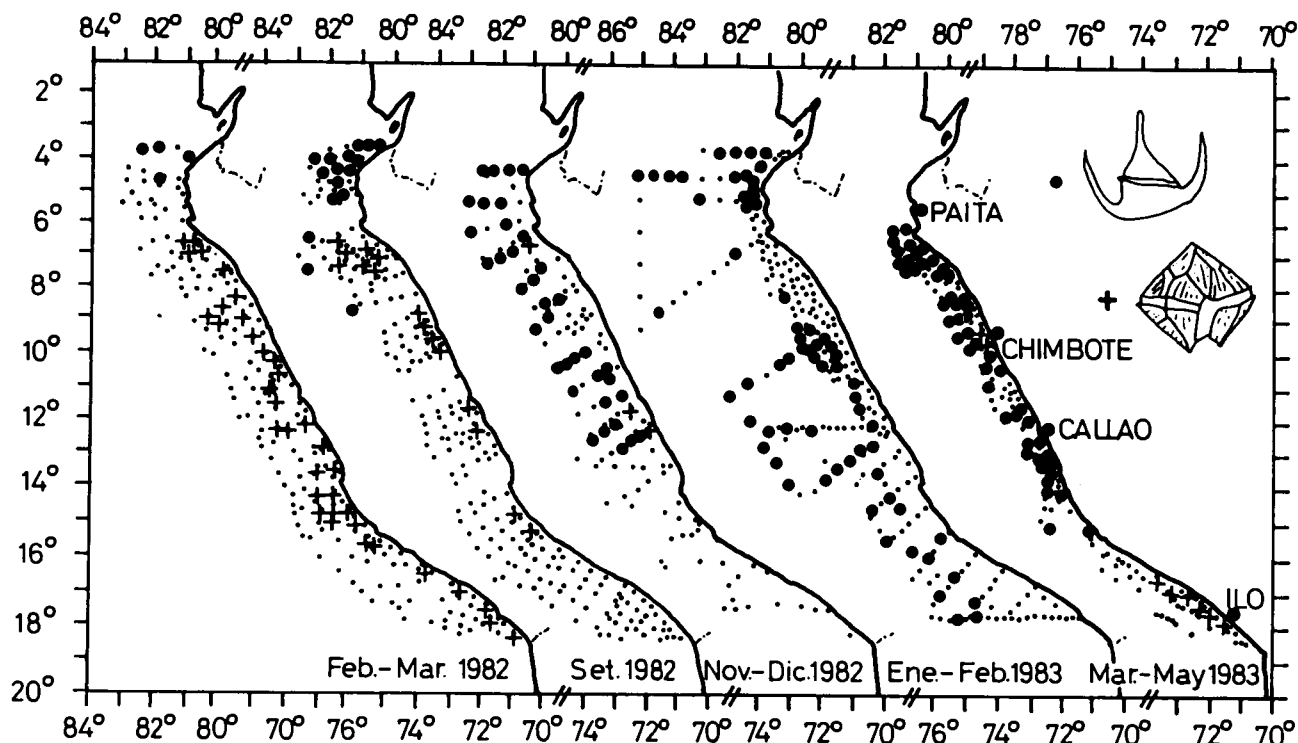


Fig. 3. Distribución de *Ceratium breve* (●) y *Protoperidinium obtusum* (+).

según la información oceanográfica sólo llegó hasta los 10°S (Fig. 3).

Goniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen, 1899. Es una especie tropical y subtropical (WOOD, 1954) de amplia distribución, indicadora de aguas cálidas pero que puede sobrevivir cuando es transferida a aguas más frías (GRAHAM, 1942). Posiblemente por esta particularidad es una de las primeras especies en observarse fuera de su habitat normal cuando se inicia EN.

Durante el mes de febrero mostró un patrón de distribución normal localizándose en el área oceánica por fuera de las 60 millas asociada a ASS. Al sur de Atico se acercó a la costa como es común para esta área y época del año.

En el mes de setiembre se acercaron a la costa en toda su longitud indicando que se estaba produciendo una invasión de aguas cálidas. A partir de noviembre su amplia distribución en toda la costa confirmó esta observación. El origen de estas aguas cálidas, dado el amplio rango de salinidad que presentaron, fue ecuatorial por el norte y subtropical por el oeste (Fig. 4).

Ceratocorys horrida Stein, 1983. Especie considerada como una excelente indicadora de aguas cálidas (BALECH y FERRANDO, 1963). Su patrón de distribución está ligado a temperaturas altas, encontrándose usualmente limitada por la isoterma de 20 °C. La salinidad en cambio no es un factor limitante, encontrándosele en un amplio rango de 32 a 35,7‰.

Igual que la especie anterior en el mes de febrero 1982 se encontró en áreas oceánicas afuera de las 60 millas acercándose a la costa de Atico al sur asociada a ASS.

En setiembre se encontró afuera de San Juan y cerca a la costa de Atico a Tacna. Su presencia en esta zona

indica la presencia de ASS, lo que fue confirmado por las salinidades mayores de 35,1‰, aun cuando las temperaturas no fueron muy altas, de 16 a 18 °C, para la estación.

A partir de noviembre se distribuyó anormalmente en todo el litoral señalando la invasión de aguas de alta temperatura en nuestras costas (Fig. 5).

Ceratium extensum (Courret) Cleve, 1901. Especie oceánica tropical (WOOD, 1954) que por su carácter termófilo tipifica aguas cálidas.

En el mes de febrero 1982 se distribuyó afuera de las 60 millas asociada a ASS y limitada por la isoterma de 22°C. Durante el mes de setiembre se le encontró en aguas más neríticas con temperaturas de 17 a 20 °C indicando la incursión de aguas cálidas hacia la costa, aun cuando las temperaturas no son lo suficientemente altas como para definir esta anomalía. Su permanencia y acercamiento a la costa en los meses siguientes confirman esta primera observación, la misma que es ratificada por la presencia de condiciones ambientales claramente anómalas (Fig. 6).

Ceratium carriense Gourret, 1883. Especie tropical muy tolerante (GRAHAM y BRONIKOVSKY, 1944).

En febrero de 1982 estuvo asociada a temperaturas mayores de 20 °C y un amplio rango de salinidad. Se le encontró en el área norte en AES y en el sur asociada a ASS por fuera de Cerro Azul acercándose a la costa en forma progresiva conforme avanzaba el agua hacia el sur coincidiendo con áreas de mezcla de ASS y AES. En setiembre continúa este mismo patrón. A partir de noviembre se distribuía en toda la costa poniendo de manifiesto que se había producido un calentamiento anormal en la costa peruana.

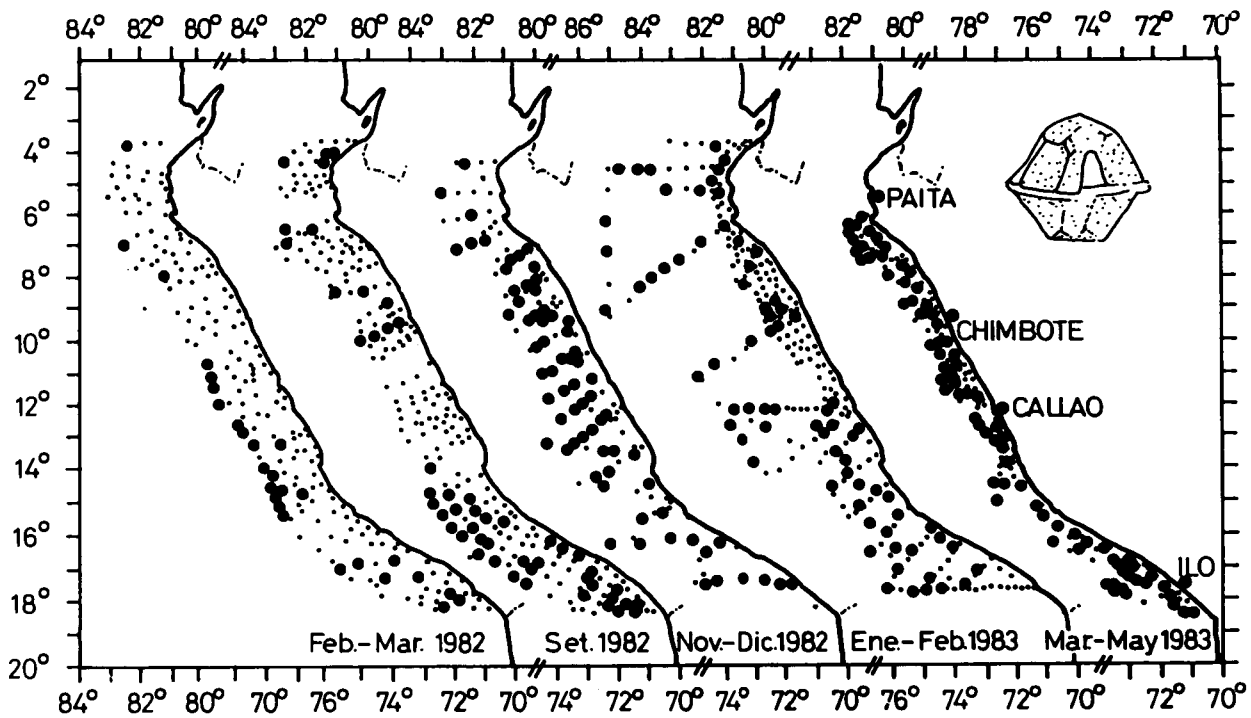


Fig. 4. Distribución de *Goniodoma polyedricum*.

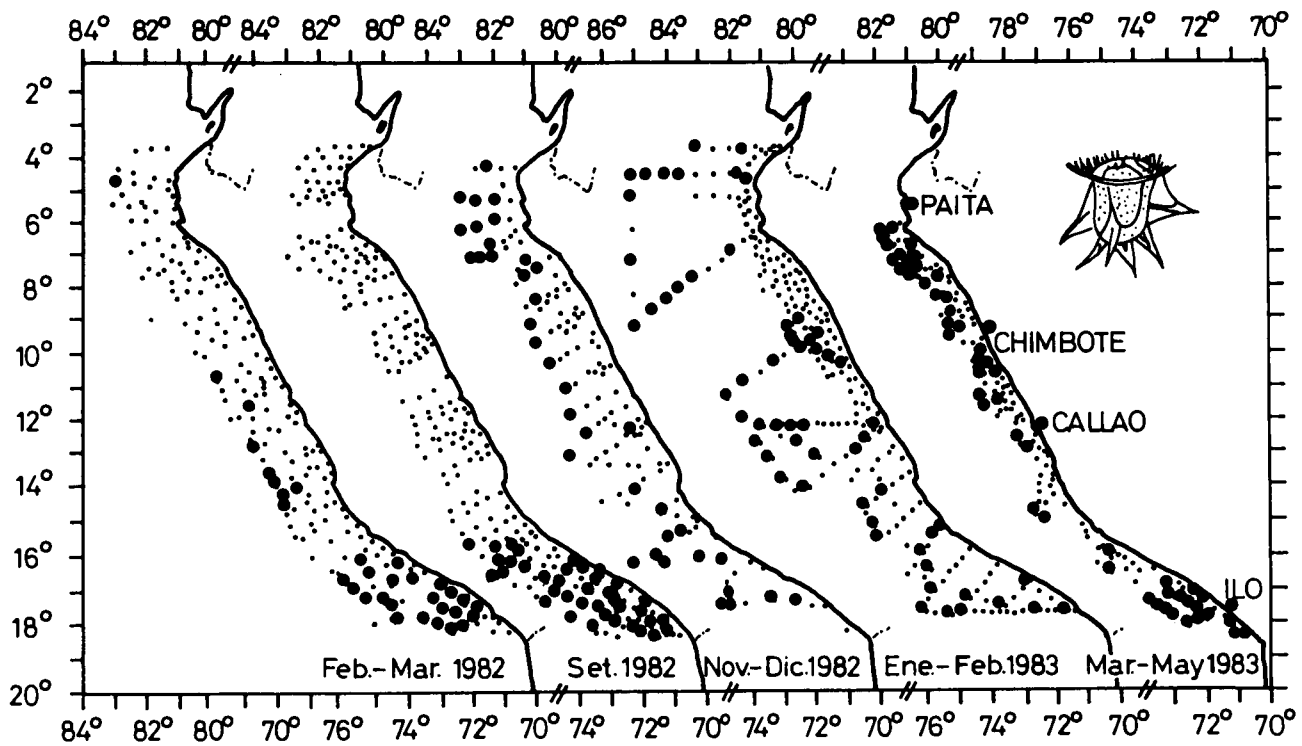


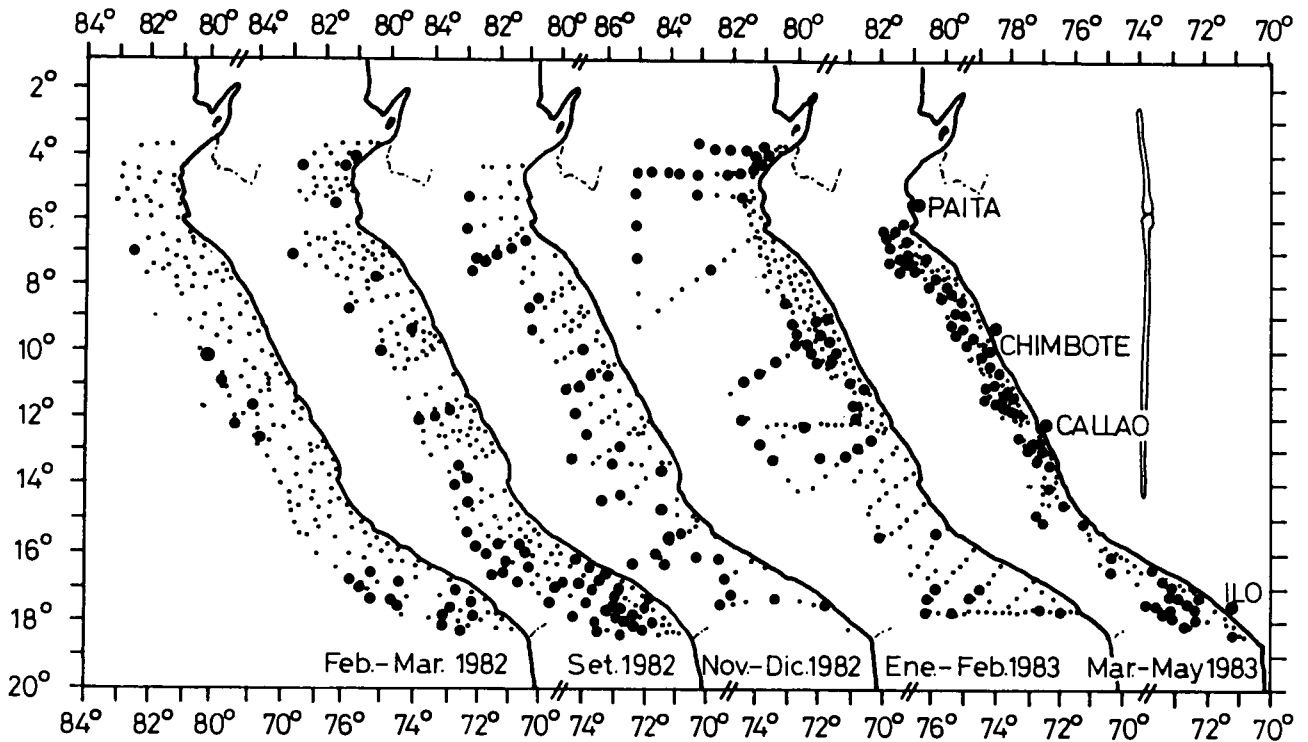
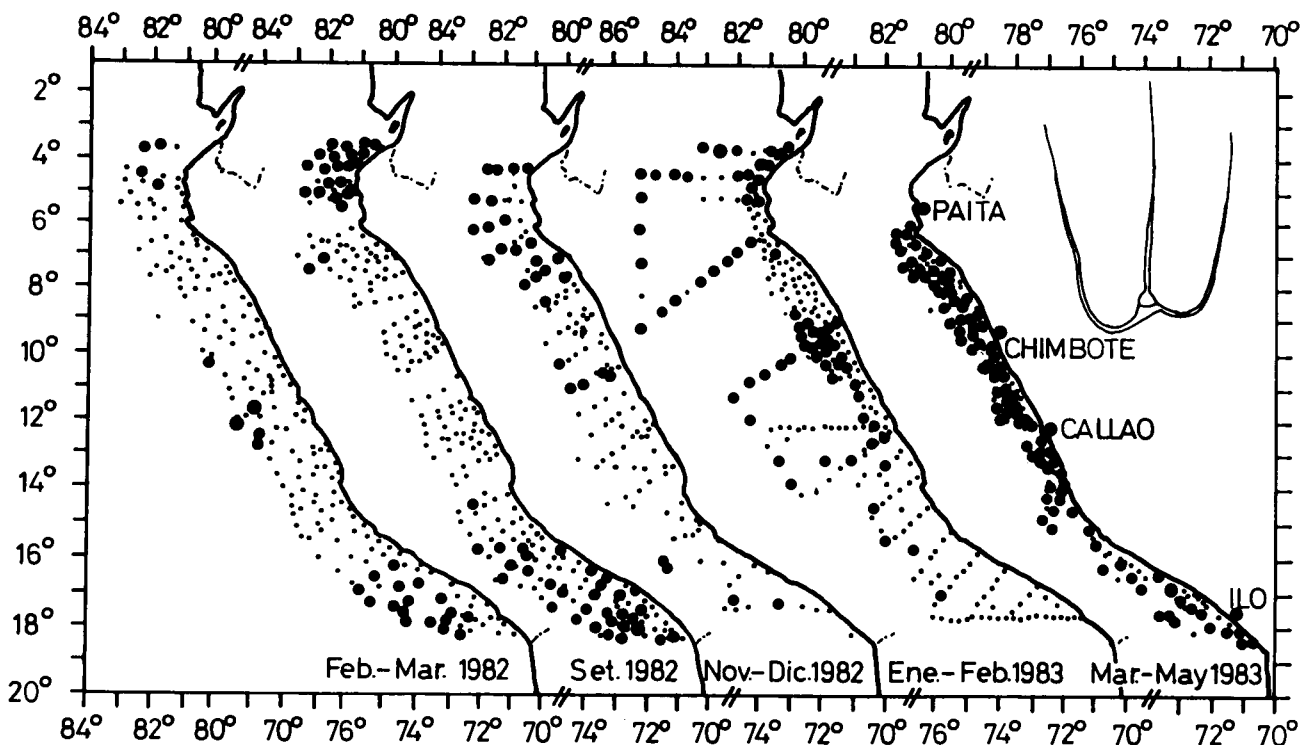
Fig. 5. Distribución de *Ceratocorys horrida*.

Ceratium trichoceros (Ehrenberg) Kofoid, 1908. Es una especie tropical intolerante (GRAHAM y BRONIKOVSKY, 1944). En nuestras observaciones su presencia estuvo asociada a temperaturas mayores de 20 °C y un amplio rango de salinidad, de 25 a 35,6‰.

En febrero 1982 mostró un patrón de distribución normal encontrándosele en forma rara afuera de la costa asociado a las ASS. En setiembre fue más frecuente y se acercó a la costa de Puerto Pizarro a Paíta

y de San Juan a Tacna, indicando el comienzo de una intromisión de aguas cálidas, aun cuando las temperaturas no fueron muy altas para la estación. En los meses posteriores aumentó su frecuencia con el aumento de temperatura en la superficie del mar indicando la intensidad del fenómeno (Fig. 7).

Ceratium praelongum (Lemmermann) Jörgensen, 1911. Especie estrictamente tropical (GRAHAM y BRONIKOVSKY, 1944). En nuestras observaciones se presentó

Fig. 6. Distribución de *Ceratium extensum*.Fig. 7. Distribución de *Ceratium trichoceros*.

asociado a salinidades mayores de 35,1‰ o sea ASS.

En febrero 1982 se distribuyó en áreas oceánicas limitadas por la isoterma de 20 °C. En el mes de setiembre se acercó a la costa en el área norte y sur indicando la penetración de esta masa de agua. En noviembre-diciembre se encontró disperso en toda la costa. Durante enero-febrero 1983 disminuyó notablemente su abundancia debido probablemente a

la dominancia de AES de menor salinidad. En marzo-abril se le encontró de Chicama al sur asociado a ASS.

Ceratium incisum (Karsten) Jörgensen, 1911. Especie rara de aguas cálidas (WOOD, 1954).

En el mes de febrero de 1982 se encontró lejos de la costa, afuera de las 100 millas asociado a temperaturas altas mayores de 24 °C. Parece que esta especie prospe-

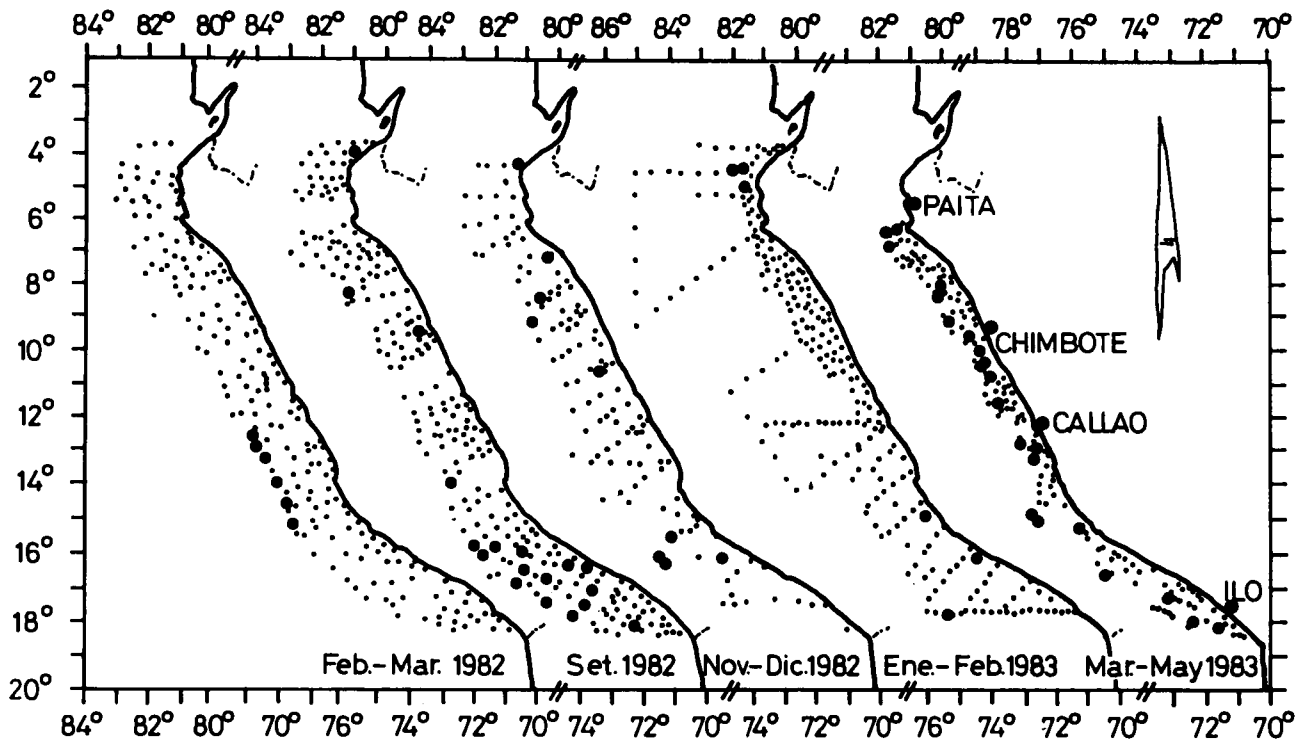


Fig. 8. Distribución de *Ceratium incisum*.

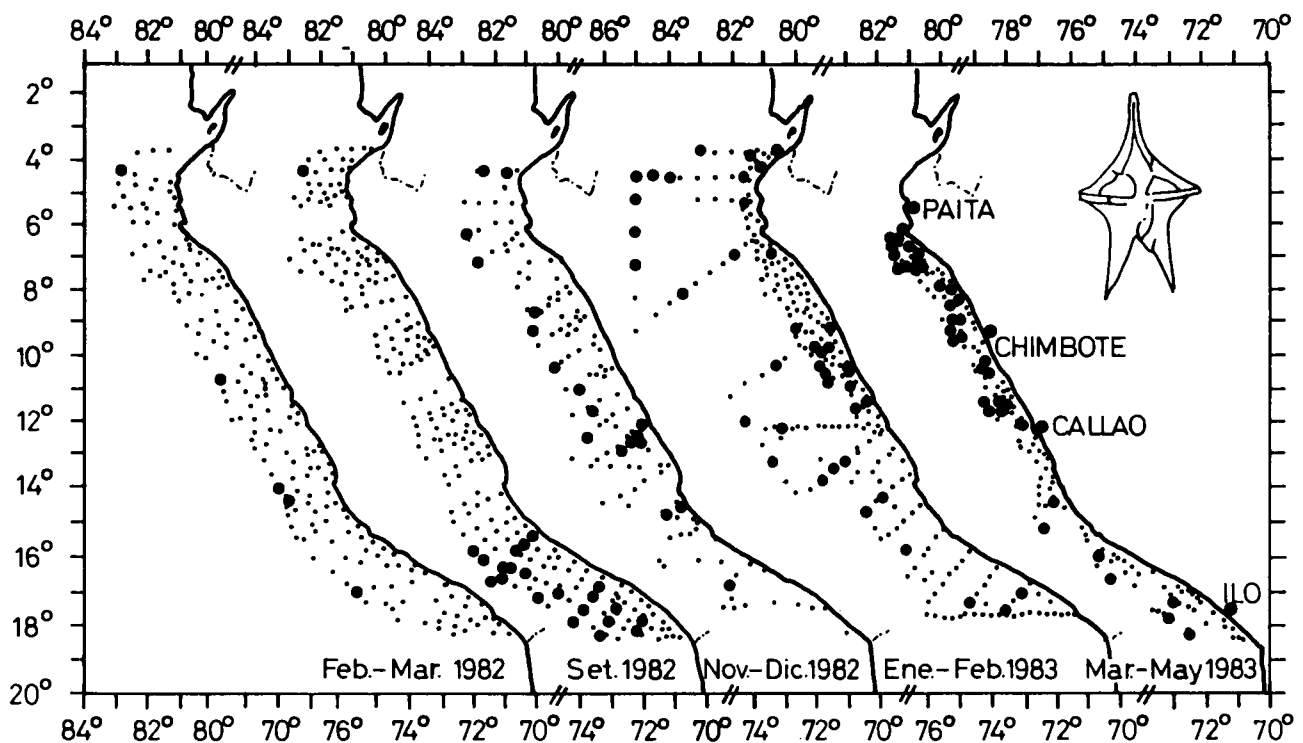


Fig. 9. Distribución de *Protoperidinium elegans*.

ra mejor en aguas de alta salinidad por lo que su presencia en áreas costeras de setiembre a diciembre indicaría la presencia de ASS. En enero – febrero 1983 disminuyó considerablemente. Esto se explicaría por la presencia de AES de baja salinidad. Durante marzo y abril se le encontró de Chimbote al sur, muy cerca a la costa indicando la influencia de ASS en esta área. Su

presencia de Punta Aguja a Chicama, área con predominancia de AES en este momento, señalaría la presencia anterior de ASS (Fig. 8).

Protoperidinium elegans (Cleve) Balech, 1974. Especie característica de aguas tropicales (WOOD, 1954).

Se presentó en escasa cantidad por fuera de las 100 millas durante febrero 1982 asociado a ASS. En

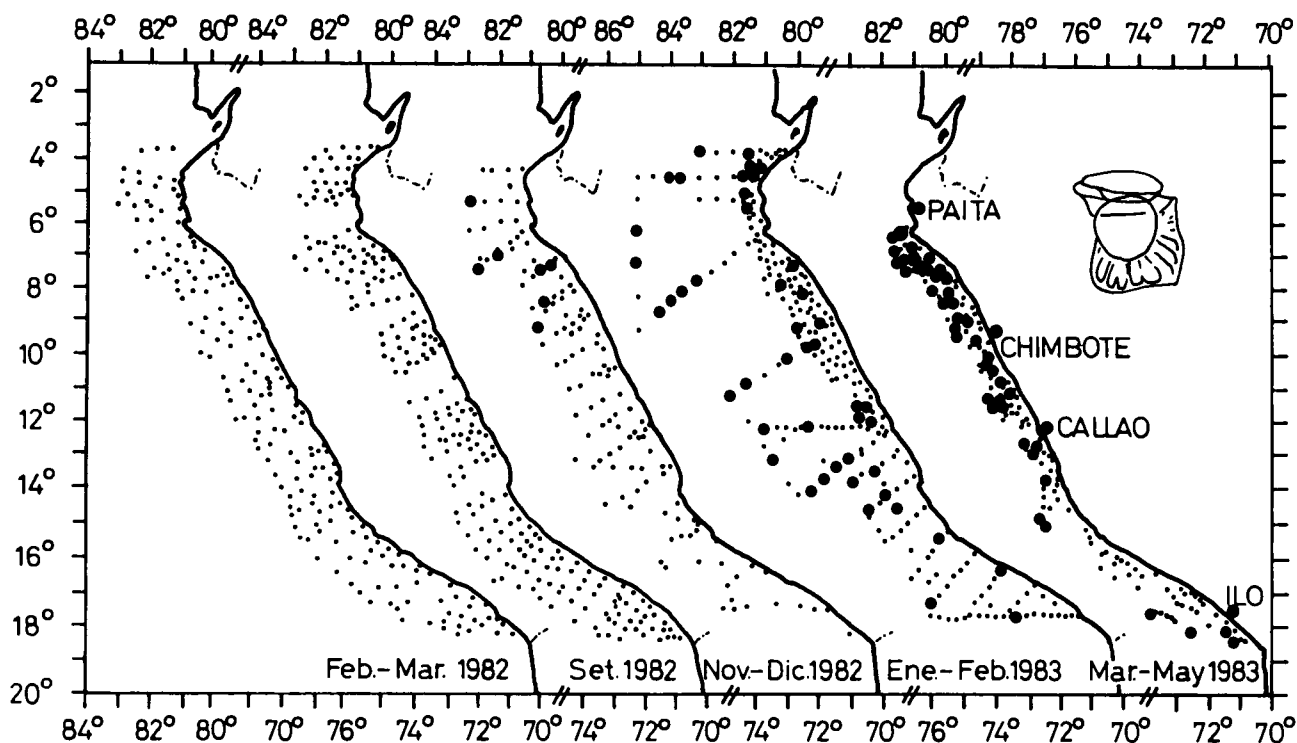


Fig. 10. Distribución de *Ornithocercus quadratus*.

setiembre avanzó hacia la costa desde San Juan ligado a temperaturas de 16 a 18 °C anunciando el avance de aguas cálidas que aún no se hacen evidentes. A partir de noviembre se distribuyó en toda la costa confirmando la penetración anómala de aguas cálidas hacia la costa, situación que continuó hasta abril 1983 (Fig. 9).

Ornithocercus steinii Schütt, 1900. Especie ampliamente distribuida en mares tropicales, subtropicales y cálidos (SCHILLER, 1933). Sus límites de distribución están dados por la isoterma de 23 °C.

Estuvo ausente en el área de estudio durante febrero y setiembre 1982. Se hizo presente sólo cuando las temperaturas de la superficie del mar fueron realmente altas. Se le encontró durante noviembre–diciembre hasta Huarmey y en los meses siguientes en toda la costa con excepción de las áreas con temperaturas menores de 23 °C, principalmente en el área costera de Pisco a Ilo ligado al ligero enfriamiento observado en esta área.

Ceratocorys reticulata Graham, 1942. Es una especie rara netamente tropical (GRAHAM, 1942).

En nuestras observaciones se presentó asociada a temperaturas mayores de 22 °C. Su inusitada presencia en nuestras costas a partir de noviembre significa que ha habido una fuerte invasión de aguas cálidas.

Ornithocercus quadratus Schütt, 1900. Especie ampliamente distribuida en mares tropicales, subtropicales y cálidos (SCHILLER, 1933).

Su área de distribución estuvo marcada por la isoterma de 24 °C. Su patrón de distribución es similar a la especie anterior. No se encontró en febrero ni en setiembre 1982. En noviembre–diciembre se presentó en el área norte hasta Chicama revelando el calentamiento anómalo que se había producido en esta área.

En los meses siguientes aumentó su frecuencia y extendió su área de distribución mostrando la mayor intensidad del calentamiento. Su ausencia en el área costera de Pisco a Ilo muestra el ligero enfriamiento que se inició en esta área (Fig. 10).

Discusión

Durante EN 1982–83, la aparición de especies foráneas indicó el inicio de anomalías térmicas antes que éstas fueran perceptibles por el análisis de las condiciones oceanográficas. Es así que ya en el mes de setiembre 1982 se pudo advertir el acercamiento a la costa de ASS indicado por la presencia de algunos dinoflagelados característicos de aguas cálidas como *G. polyedricum*, *C. extensum*, *C. trichoceros*, *C. carriense*, *P. elegans*, etc. y también por la considerable disminución de *P. obtusum*, indicador de aguas costeras frías. En ese momento la temperatura mostraba sólo ligeras variaciones con respecto a los valores promedios para la época.

Posteriormente la mayor abundancia, ampliación del área de distribución y la aparición de especies más estrictas en sus requerimientos térmicos muestran la intensidad del fenómeno, lo que es confirmado ya por las grandes anomalías térmicas y salinas observadas.

Igualmente la variación en el patrón de distribución de *C. breve* muestra el movimiento de las AES pudiendo inclusive delimitar su extensión e intensidad. En el mes de setiembre esta especie muestra un débil avance de las AES hacia el sur, el mismo que se intensifica gradualmente en los meses siguientes, pudiendo advertirse que

su influencia llega hasta Ilo por fuera de las 60 millas de la costa en el mes de febrero y hasta los 15°S por el área costera en los meses de marzo y abril, mientras que la observación oceanográfica detectó este movimiento recién en el mes de enero 1983 cuando los datos de temperatura indicaban AES bien definidas, las mismas que según esta información llegaron sólo hasta los 14°S por el área oceánica y hasta los 10°S por el área costera.

Los dinoflagelados, entonces, son muy importantes como indicadores de movimientos de masas de agua. Su utilidad en la temprana detección del fenómeno EN permitiría adoptar medidas más convenientes para que los efectos socio-económicos sean menos drásticos para el Perú.

Bibliografía

- BALECH, E. 1949. Etudes de quelques espèces de *Peridinium* souvent confondues. *Hidrobiología* 1 (4): 390–409.
- BALECH, E. y H. FERRANDO. 1963. Fitoplancton marino. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina.
- BALECH, E. 1974. El Género «*Protoperidinium*» Bergh. 1981 («*Peridinium*» Ehrenberg, 1831, partim). Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. (Argent.) (Hidrobiol.) Tomo IV, N° 1: 79 pp.
- GRAHAM, H.W. 1942. Studies on the morphology, taxonomy and ecology of the Peridinales. *Carnegie Inst. Wash. Publ.* 542: 129 pp.
- GRAHAM, H.W. y N. BRONIKOVSKY. 1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic Oceans. *Carnegie Inst. Wash. Publ.* 565: 209 pp.
- GUILLEN, O. 1976. El sistema de la Corriente Peruana. Parte I: Aspectos Físicos. Reunión de trabajo sobre el Fenómeno conocido como «El Niño». Guayaquil, Ecuador, 1974. *Inf. Pesca FAO*, 185: 243–284.
- MALDONADO, M. 1983. Características oceanográficas del fenómeno «El Niño» 1982–83. Aspectos Físicos. Ciclo de Conferencias, Semana de Pesquería. Lima.
- RIVERA, T. 1983a. Algunos aspectos físicos del fenómeno «El Niño» 1982–83. *Boletín ERFEN* 5: 3–5.
- RIVERA, T. 1983b. Informe preliminar del crucero 8301, segunda etapa (26 enero – 5 febrero 1983). Informe interno Inst. Mar Perú.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., N. OCHOA y O. GOMEZ. 1981. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua. – Fenómeno El Niño 1972. Mem. Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton. Instituto del Mar del Perú-UNESCO: 54–73.
- SCHILLER, J. 1933. Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung. Teil 1. En: Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 10 (3), parte 1. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig: 617 pp.
- SCHILLER, J. 1937. Dinoflagellatae (Peridineae) in monographischer Behandlung. Teil 2. En: Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 10 (3), parte 2. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig: 589 pp.
- SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridiniens planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. *Vie Milieu* 18: 375–580.
- WOOD, E.J.F. 1954. Dinoflagellates in the Australian region. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 5: 171–351.
- ZUTA, S. y O. GUILLEN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú-Callao* 2 (5): 157–324.
- ZUTA, S., I. TSUKAYAMA y R. VILLANUEVA. 1983. El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas de la costa peruana. Consulta de Expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos (G. D. SHARP y J. CSIRKE, eds). San José de Costa Rica, 1983. *Inf. Pesca FAO* 291 (2): 179–259.